

5

### Technisches Gebiet

Bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen kommen Kraftstoffeinspritzsysteme mit Hochdruckspeicher zum Einsatz. Bei Verwendung von piezogesteuerten Injektoren ist ein Rücklauf-Gegendruck im Bereich des hydraulischen Kopplers erforderlich. Der Rücklauf-Gegendruck wird durch die Verbindungen der Injektoren mit einem Niederdruckspeicher erreicht. Damit beim Starten der Verbrennungskraftmaschine ein sicherer Betrieb gewährleistet ist, muss zunächst der Niederdruckspeicher befüllt werden.

### 15 Stand der Technik

Mit einem Piezo-Aktor gesteuerte Injektoren weisen sehr viel kürzere Schaltzeiten auf als Injektoren, die mit einem Magnetventil oder elektrohydraulisch gesteuert werden. Damit die Funktion des Piezo-Aktors über den gesamten Drehzahlbereich gewährleistet ist, benötigen die piezogesteuerten Injektoren einen Rücklauf-Gegendruck von etwa 10 bar im Bereich ihres hydraulischen Kopplers. Der Rücklauf-Gegendruck wird dadurch erreicht, dass mit piezogesteuerten Injektoren ausgestattete Kraftstoffeinspritzsysteme mit einem Niederdruckspeicher ausgestattet werden. Der Niederdruckspeicher wird durch ein Druckhalteventil abgeschlossen, welches in Richtung vom Injektor zum Tank als Überdruckventil wirkt. Auf diese Weise wird im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine die Rücklaufmenge der Injektoren auf einen definierten Rücklaufdruck von ungefähr 10 bar angestaut.

In Richtung von Kraftstoffvorratsbehälter zum Niederdruckspeicher wirkt das Druckhalteventil als Rückschlagventil mit einem Öffnungsdruck von etwa 0,3 bar. Bei Kraftstoffeinspritzsystemen mit einer elektrischen Niederdruck-Vorförderpumpe wird die Ablaufseite des Druckhalteventiles hydraulisch mit der Förderseite der Niederdruck-Vorförderpumpe verbunden. Auf diese Weise steht der Förderdruck der Niederdruck-Vorförderpumpe, der im Bereich von 3 bis 5 bar liegt, im Startfall der Verbrennungskraftmaschine auch sofort dem Niederdruckspeicher zur Verfügung. Hierdurch ist die Versorgung der Injektoren auch dann gewährleistet, wenn der Niederdruckspeicher nicht vollständig mit Kraftstoff befüllt ist. Dies betrifft insbesondere den Fall, wenn der Niederdruckspeicher im Servicefall demontiert wurde und insbesondere auch den ersten Start des Kraftstoffeinspritzsystems im Motorenwerk.

Vielfach werden jedoch auch Kraftstoffeinspritzsysteme ohne Niederdruck-Vorförderpumpe eingesetzt. Bei diesen Kraftstoffeinspritzsystemen besteht jedoch keine Möglichkeit, den Niederdruckspeicher vor dem Start der Verbrennungskraftmaschine zu befüllen.

5

#### Darstellung der Erfindung

Die Injektoren eines Kraftstoffeinspritzsystems für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen werden entweder mit Hilfe von Piezoaktoren, Magnetventilen oder elektrohydraulisch betrieben. Bei Einsatz von Injektoren, die mit einem Piezoaktor ausgestattet sind, ist zur Gewährleistung der Funktion über den gesamten Drehzahlbereich der Verbrennungskraftmaschine ein Rücklauf-Gegendruck von etwa 10 bar erforderlich. Der Rücklauf-Gegendruck wird dadurch erreicht, dass die Injektoren rücklaufseitig mit einem Niederdruckspeicher verbunden werden. Durch den Kraftstoffdruck im durch ein Druckhalteventil abgeschlossenen Niederdruckspeicher wird die Funktion der piezogesteuerten Injektoren gewährleistet. Um die Funktion der Injektoren auch beim Start der Verbrennungskraftmaschine zu gewährleisten ist es erforderlich, den Niederdruckspeicher vor dem Start der Verbrennungskraftmaschine zu befüllen.

Bei dem erfindungsgemäß gestalteten Kraftstoffeinspritzsystem für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen wird der Niederdruckspeicher vor dem Start der Verbrennungskraftmaschine über ein Überströmventil befüllt, das zwischen die Hochdruckpumpe des Kraftstoffeinspritzsystems und den Niederdruckspeicher geschaltet ist. Auf diese Weise wird ermöglicht, den Niederdruckspeicher auch ohne eine vorgeschaltete Niederdruck-Vorförderpumpe zu befüllen.

Ein mit einem Hochdruckspeicher versehenes Kraftstoffeinspritzsystem für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen umfasst einen Hochdruckteil und einen Niederdruckteil. Im Hochdruckteil wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter über eine Hochdruckpumpe und eine Hochdruckleitung einem Hochdruckspeicher zugeführt. Mit dem Hochdruckspeicher sind Injektoren über Hochdruckzuleitungen verbunden. Die Versorgung der Injektoren aus dem Hochdruckspeicher mit Kraftstoff erfolgt über die Hochdruckzuleitungen.

Zum Betrieb der Injektoren ist es erforderlich, dass der zur Steuerung der Ventilmadel eingesetzte hydraulische Koppler mit einem Rücklauf-Gegendruck beaufschlagt ist. Dieser wird dadurch erreicht, dass die Injektoren im Niederdruckteil über Injektorrücklaufleitungen mit einem Niederdruckspeicher verbunden sind. Im Niederdruckspeicher wird durch ein Druckhalteventil ein Druck von  $\leq 50$  bar, bevorzugt  $\leq 20$  bar und insbesondere  $\leq 10$

bar gehalten. Sobald der Druck im Niederdruckspeicher den Öffnungsdruck des Druckhalteventiles übersteigt, wird der Kraftstoff über eine Rücklaufleitung in den Kraftstoffbehälter zurückgeleitet.

- 5 Zum Aufbau des erforderlichen Drucks im Niederdruckspeicher ist der Niederdruckspeicher über ein Überströmventil und eine Überströmleitung mit der Hochdruckleitung des Hochdruckteiles verbunden.

10 Zur Befüllung des Niederdruckspeichers ist das Überströmventil so gestaltet, dass das Überströmventil bei druckentlastetem Hochdruckteil geöffnet ist und so eine Verbindung vom Hochdruckteil in den Niederdruckspeicher hergestellt ist. Der Schließdruck des Überströmventils ist so bemessen, dass das Überströmventil bei einem Druck im Bereich von 3 bis 7 bar schließt. Somit liegt der Schließdruck des Überströmventiles unterhalb des Öffnungsdrucks des Druckhalteventils.

15 Der Schließdruck des Überströmventils wird dadurch erzeugt, dass im Überströmventil eine Ventildfeder vorgesehen ist, deren Federkraft der Druckkraft entspricht, die auf die Druckfläche des Ventilkolbens wirkt. Der Ventilkolben wird in einer spielarmen Ventilfehrung geführt. Die Kraftstoffleckageströmung durch die spielarme Führung werden in einen  
20 durch den Ventilkolben begrenzten Niederdruckraum gesammelt und über einen Rücklauf in den Kraftstoffvorratsbehälter zurückgeführt.

### Zeichnung

25 Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt:

Es zeigt:

- 30 Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzsystem gemäß dem Stand der Technik mit elektrischer Niederdruck-Vorförderpumpe,
- Figur 2 ein erfindungsgemäß ausgebildetes Kraftstoffeinspritzsystem mit Überströmventil,
- 35 Figur 3 ein erfindungsgemäß ausgebildetes Überströmventil.

### Ausführungsvarianten

Figur 1 zeigt ein Kraftstoffeinspritzsystem gemäß dem Stand der Technik mit elektrischer Niederdruck-Vorförderpumpe.

5

Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem zur Versorgung einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine wird Kraftstoff aus einem hier nicht dargestellten Kraftstoffvorratsbehälter über eine Kraftstoffzuleitung 1 einer Vorförderpumpe 2 zugeführt. In der Vorförderpumpe 2 wird der Kraftstoff vorverdichtet und weiter über eine Niederdruckleitung 3 einer Hochdruckpumpe 4 zugeführt, in der der Kraftstoff auf den Hochdruckspeicherdruck verdichtet und einem Hochdruckspeicher 5 zugeführt wird. Der zum Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Druck im Hochdruckspeicher 5 liegt im Bereich von 100 bis 2000 bar. Aus dem Hochdruckspeicher 5 wird der Kraftstoff über Hochdruckzuleitungen 6 Injektoren 7 zugeführt. Neben dem in Figur 1 dargestellten Kraftstoffeinspritzsystem mit sechs  
10 Injektoren, dem eine Verbrennungskraftmaschine mit sechs Zylindern zugeordnet ist, kann das Kraftstoffeinspritzsystem auch jede andere Anzahl an Injektoren umfassen.  
15

Der für den Betrieb der Injektoren 7 erforderliche Kraftstoff, der nicht in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird, wird über Injektorrücklaufleitungen 8 einem Niederdruckspeicher 9 zugeführt. Der Druck im Niederdruckspeicher 9 wird so gehalten, dass ein sicherer Betrieb der Injektoren gewährleistet ist. Insbesondere bei Einsatz von piezogesteuerten Injektoren ist zum sicheren Betrieb über den gesamten Drehzahlbereich der Verbrennungskraftmaschine ein Gegendruck am hydraulischen Koppler des Injektors zwischen 5 bar und 10 bar erforderlich.  
20

Ein konstanter Druck im Niederdruckspeicher 9 wird dadurch erreicht, dass der Niederdruckspeicher 9 durch ein Druckhalteventil 11 abgeschlossen ist. Bei Überschreiten des Öffnungsdruckes des Druckhalteventiles 11 öffnet das Druckhalteventil 11 und Kraftstoff strömt über einen Niederdruckrücklauf auf 13 zurück in die Niederdruckleitung 3. Sobald aus dem Niederdruckspeicher 9 soviel Kraftstoff abgelaufen ist, dass der Öffnungsdruck des Druckhalteventiles 11 unterschritten wird, schließt das Druckhalteventil 11 wieder.  
25  
30

Um bei kontinuierlicher Förderung von Kraftstoff durch die Hochdruckpumpe 4 den Druck im Hochdruckspeicher 5 konstant zu halten, ist der Hochdruckspeicher 5 durch ein Druckregelventil 10 abgeschlossen. Sobald der Druck im Hochdruckspeicher 5 den Öffnungsdruck des Druckregelventils 10 übersteigt, öffnet das Druckregelventil 10 und Kraftstoff läuft über eine Rücklaufleitung 12 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter. Alternativ sind auch Systeme mit steuerbarer Kraftstoffförderung durch die Hochdruckpumpe 4 bekannt,  
35

bei denen die Druckregelung im Hochdruckspeicher 5 durch Variation der Pumpenförderung erfolgt und in Folge dessen auf ein Druckregelventil 10 verzichtet werden kann.

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäß ausgebildetes Kraftstoffeinspritzsystem mit Überströmventil.

Im Unterschied zu Figur 1 ist bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffeinspritzsystem keine Vorförderpumpe 2 zwischen den Kraftstoffvorratsbehälter und die Hochdruckpumpe 4 geschaltet. Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffeinspritzsystem wird der Kraftstoff direkt aus dem Kraftstoffvorratsbehälter über die Kraftstoffzuleitung 1 und eine Hochdruckleitung 32 mittels der Hochdruckpumpe 4 in den Hochdruckspeicher 5 gefördert. Üblicherweise ist bei solchen Systemen eine mechanisch angetriebene Vorförderpumpe 2 in die Hochdruckpumpe 4 integriert, wodurch der Bereich nach der Vorförderpumpe 2 nicht mehr von außen zugänglich ist. Über die Hochdruckzuleitung 6 werden die Injektoren 7 aus dem Hochdruckspeicher 5 mit Kraftstoff gespeist. Der zum hydraulischen Betrieb der Injektoren 7 benötigte Kraftstoff, der nicht in die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird, wird über die Injektorrücklaufleitungen 8 dem Niederdruckspeicher 9 zugeführt. Der Niederdruckspeicher 9 ist mit dem Druckhalteventil 11 verschlossen. Sobald der Druck im Niederdruckspeicher 9 den Öffnungsdruck des Druckhalteventils 11 übersteigt, öffnet das Druckhalteventil 11 und Kraftstoff strömt über die Rücklaufleitung 12 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter.

Zur Befüllung des Niederdruckspeichers vor dem Start der Verbrennungskraftmaschine zweigt aus der Hochdruckleitung 32 hinter der Hochdruckpumpe 4 eine Überströmleitung 33 ab. Die Überströmleitung 33 ist über ein Überströmventil 15 und eine Niederdruckverbindung 34 mit dem Niederdruckspeicher 9 verbunden. Der Anschluss des Überströmventils 15 an die Überstromleitung 33 kann z.B. durch einen Hochdruckanschluss 17 mit einer passenden Überwurfmutter 19 erfolgen. Die Verbindung des Überströmventils 15 mit der Niederdruckverbindung 34 erfolgt über einen Niederdruckanschluß 25. Durch auftretende Leckageströmung anfallender Kraftstoff wird in einem Niederdruckraum 28 gesammelt und über eine Leckageleitung 35, die mit der Rücklaufleitung 12 verbunden ist, zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter geleitet. Die Leckageleitung 35 ist mit einem Rücklaufanschluss 26 am Überströmventil 15 befestigt. Da die Leitung auf der Niederdruckseite des Kraftstoffeinspritzsystems gewöhnlich als Kunststoffschläuche mit integriertem Gewebe ausgebildet sind, sind der Rücklaufanschluss 26 und der Niederdruckanschluss 25 als Anschlussnippel für Schläuche ausgebildet.

Das Überströmventil 15 ist so konstruiert, dass es geöffnet ist, solange der Druck im Hochdruckbereich niedriger ist als der Schließdruck des Überströmventils 15. Der Schließdruck

des Überströmventils 15 ist so gewählt, dass er etwas niedriger liegt als der durch das Druckhalteventil 11 begrenzte Druck im Niederdruckspeicher 9. Sobald die Hochdruckpumpe 4 beginnt Kraftstoff zu fördern, um den für den Betrieb der Verbrennungskraftmaschine notwendigen Druck im Hochdruckspeicher 5 aufzubauen, wird zunächst über das offene Überströmventil 15 auch der Niederdruckspeicher 9 befüllt. Sobald der Schließdruck des Überströmventils 15 erreicht ist, wird durch den mittels der Hochdruckpumpe 4 in der Überströmleitung 33 aufgebauten Druck das Überströmventil 15 geschlossen. Sobald das Überströmventil 15 geschlossen ist, wird der Druck im Hochdruckspeicher 5 weiter aufgebaut, bis der notwendige Betriebsdruck erreicht ist. Durch die Befüllung des Niederdruckspeichers 9 über das Überströmventil 15 wird sichergestellt, dass bereits bei der ersten Ansteuerung eines der Injektoren 7 ein ausreichend hoher Rücklauf-Gegendruck an den Injektoren 7 vorherrscht, so dass ein hydraulischer Koppler, der einem Piezoaktor zur Hubübersetzung, d.h. Hubwegverlängerung zugeordnet ist, zuverlässig befüllt werden kann. Der weitere Druckaufbau im Niederdruckspeicher 9 bis zum Erreichen des Betriebsdruckes erfolgt dann durch das Absteuern des aus den Injektoren 7 rücklaufenden Kraftstoffes.

Figur 3 ist eine detaillierte Ansicht des Überströmventiles zu entnehmen.

Das Überströmventil 15 umfasst ein Ventilgehäuse 18, einen Ventilkolben 21 und eine Ventilsitzfläche 24. Am Ventilkolben 21 ist eine Druckfläche 22 und eine der Druckfläche 22 gegenüberliegende Sitzfläche 36 ausgebildet. Die Sitzfläche 36 bildet mit dem Ventilgehäuse 18 einen Ventilsitz 23. In der in Figur 3 dargestellten Position des Ventilkolbens 21 ist das Überströmventil 15 geöffnet. Die Druckfläche 22 des Ventilkolbens 21 weist in Richtung einer Hochdruckverbindung 16. Die Hochdruckverbindung 16 umfasst den Hochdruckanschluss 17, der vorzugsweise die Überströmleitung 33 abschließt. Der Hochdruckanschluss 17 ist mittels der Überwurfmutter 19 am Ventilgehäuse 18 befestigt. Der Ventilkolben 21 wird durch die Ventilsitzfläche 24 mit einer Federkraft F beaufschlagt. Die Federkraft F ist so bemessen, dass das Überströmventil 15 bei Erreichen eines definierten Druckes in der Hochdruckverbindung 16 schließt. Die auf die Druckfläche 22 des Ventilkolbens 21 wirkende Kraft lässt sich gemäß

$$p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2,$$

$p$  = Druck im Rücklauf  
 $d$  = Durchmesserdruckfläche 22

berechnen.

Sobald die Kraft auf die Druckfläche 22 die Federkraft F der Ventilsitzfläche 24 übersteigt, schließt das Überströmventil 15; dies ist der Fall wenn

$$p > p_{\text{schwell}} = \frac{F \cdot 4}{\pi d^2} \text{ wird.}$$

Die zum Öffnen des Ventils eingesetzte Ventildfeder 24 liegt am Ventilkolben 21 auf einer Federauflagefläche 29 auf und am Ventilgehäuse 18 auf einer Federraumbegrenzungswand 30. Zur Aufnahme der Ventildfeder 24 ist im Ventilgehäuse 18 ein Federraum 31 aufgenommen. Weiterhin ist vorzugsweise zentriert zum Federraum 31 eine Bohrung im Ventilgehäuse 18 angebracht. Die Bohrung dient als Ventildführung 27 und bildet hinter dem Ventilkolben 21 einen Niederdruckraum 28 aus. Der Durchmesser der Ventildführung 27d ist so gewählt, dass der Ventilkolben 21 spielarm geführt wird. Zur Befüllung des Niederdruckspeichers 9 strömt Kraftstoff über die Hochdruckverbindung 16 um den Ventilkolben mit der hier konisch ausgebildeten Sitzfläche 36 in den Federraum 31. Von dort verlässt der Kraftstoff über den Niederdruckanschluß 25 das Überströmventil 15 in Richtung des Niederdruckspeichers 9. Ein Teil des Kraftstoffs strömt entlang der Ventildführung 27 in den Niederdruckraum 28. Der Kraftstoff, der entlang der Ventildführung 27 strömt, dient gleichzeitig zur Schmierung des Ventilkolbens 21 im Ventilgehäuse 18. Da der Niederdruckraum 28 in direkter Verbindung mit dem Kraftstoffvorratsbehälter steht, herrscht in diesem in etwa der gleiche Druck wie im Kraftstoffvorratsbehälter. Aufgrund des Druckunterschiedes zwischen dem Federraum 31 und dem Niederdruckraum 28 strömt immer neuer Kraftstoff in den Niederdruckraum 28 nach. Der Kraftstoff aus dem Niederdruckraum 28 wird über den Rücklaufanschluß 26 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter geleitet.

Neben den in Figur 3 dargestellten Anschlußnippeln für den Niederdruckanschluß 25 und den Rücklaufanschluß 26 können der Rücklaufanschluß und der Niederdruckanschluß 25 auch jede andere geeignete, dem Fachmann bekannte Form zum Anschluß der Niederdruckverbindung 34 bzw. der Leckageleitung 35 annehmen. Weiterhin kann das Überströmventil 15 neben der dargestellten Schraubverbindung mit dem Hochdruckanschluß 17 und der Überwurfmutter 19 auch mit jeder anderen dem Fachmann bekannten lösbaren oder unlösbaren Verbindung mit der Überströmleitung 33 verbunden werden. Dabei müssen die Verbindungen auf jeden Fall gegen den durch die Hochdruckpumpe 4 erzeugten Druck stabil sein. So sind neben der dargestellten Schraubverbindung z.B. auch Flanschverbindungen oder Schweißverbindungen möglich. Weiterhin kann der Niederdruckanschluß 25 oder der Rücklaufanschluß 26 ebenfalls als Flanschverbindung, Schraubverbindung oder bei Einsatz von metallischen Rohrleitungen durch Schweißen erfolgen. Ebenfalls ist bei den insbesondere nicht durch einen hohen Druck belasteten Anschlüssen eine Klebeverbindung denkbar.

Neben der in Figur 3 dargestellten konisch ausgebildeten Sitzfläche 36 kann der Ventilsitz auch als Kugelsitz, Flachsitz oder Schieber, oder jeder weiteren dem Fachmann bekannten Form ausgebildet sein. So eignet sich als Überströmventil 15 jedes 2-Wegeventil, das bei einem vorgegebenen Schließdruck die Verbindung von der Überströmleitung 13 in den  
5 Niederdruckspeicher 9 verschließt.



Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoffzuleitung
	2	Vorförderpumpe
	3	Niederdruckleitung
5	4	Hochdruckpumpe
	5	Hochdruckspeicher
	6	Hochdruckzuleitung
	7	Injektor
	8	Injektorrücklaufleitung
10	9	Niederdruckspeicher (rücklaufrail)
	10	Druckregelventil
	11	Druckhalteventil
	12	Rücklaufleitung
	13	Niederdruckrücklauf
15		
	14	Überströmventil
	15	Hochdruckverbindung
	16	Hochdruckanschluß
	17	Ventilgehäuse
20	18	Überwurfmutter
	19	Druckraum
	20	Ventilkolben
	21	Druckfläche
	22	Ventilsitz
25	23	Ventilfeder
	24	Niederdruckanschluß
	25	Rücklaufanschluß
	26	Ventilführung (spielarm)
	27	Niederdruckraum
30	28	Federauflageflächen
	29	Federraumbegrenzungswand
	30	Federraum
	31	Hochdruckleitung
	32	Überströmleitung
35	33	Niederdruckverbindung
	34	Leckageleitung
	35	Sitzfläche
F		Federkraft in Öffnungsrichtung f. 21

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen, einen Hochdruckteil und einen Niederdruckteil umfassend, wobei im Hochdruckteil Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter über eine Hochdruckpumpe (4) und eine Hochdruckleitung (32) einem Hochdruckspeicher (5) zugeführt wird und Injektoren (7) über Hochdruckzuleitungen (6) aus dem Hochdruckspeicher (4) versorgt werden und im Niederdruckteil die Injektoren (7) über Injektorrücklaufleitungen (8) mit einem Niederdruckspeicher (9) verbunden sind, wobei im Niederdruckspeicher (9) durch ein Druckhalteventil (11) ein Druck von  $\leq 50$  bar gehalten wird und bei einem Druck im Niederdruckspeicher (9) oberhalb des Öffnungsdruckes des Druckhalteventils (11) der Kraftstoff über eine Rücklaufleitung (12) in den Kraftstoffbehälter zurückgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckspeicher (9) über ein Überströmventil (15) und eine Überströmleitung (33) mit der Hochdruckleitung (32) des Hochdruckteils verbunden ist.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei druckentlastetem Hochdruckteil das Überströmventil (15) geöffnet ist.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Überströmventil (15) bei Erreichen eines Schließdruckes, der unterhalb des Öffnungsdruckes des Druckhalteventils (11) liegt, durch Einwirkung des mittels der Hochdruckpumpe (4) verdichteten Kraftstoffs verschlossen wird.
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Überströmventil (15) eine Ventildfeder (24) enthält, deren Federkraft  $F$  der durch den Schließdruck aufgebrachten Kraft am Überströmventil (13) entspricht.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Überströmventil (15) einen Niederdruckraum (28) enthält, der über eine Leckageleitung (35) mit der Rücklaufleitung (12) verbunden ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Injektoren (7) piezogesteuert sind.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Niederdruckspeicher (9)  $\leq 10$  bar ist.

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Kraftstoffeinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen, das einen Hochdruckteil und einen Niederdruckteil umfasst. Im Hochdruckteil wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter über eine Hochdruckpumpe (4) und eine Hochdruckleitung (32) einem Hochdruckspeicher (5) zugeführt. Über Hochdruckzuleitungen (6) werden Injektoren (7) aus dem Hochdruckspeicher (4) versorgt. Im Niederdruckteil sind  
10 die Injektoren (7) über Injektorrücklaufleitungen (8) mit einem Niederdruckspeicher (9) verbunden, wobei im Niederdruckspeicher (9) durch ein Druckhalteventil (11) ein Druck von  $\leq 50$  bar gehalten wird. Bei einem Druck im Niederdruckspeicher (9) oberhalb des Öffnungsdrucks des Druckhalteventils (11) wird der Kraftstoff über eine Rücklaufleitung (12) in den Kraftstoffbehälter zurückgeleitet. Der Niederdruckspeicher (9) ist über ein Überströmventil (15) und eine Überströmleitung (33) mit der Hochdruckleitung (32) des  
15 Hochdruckteils verbunden.

(Figur 2)

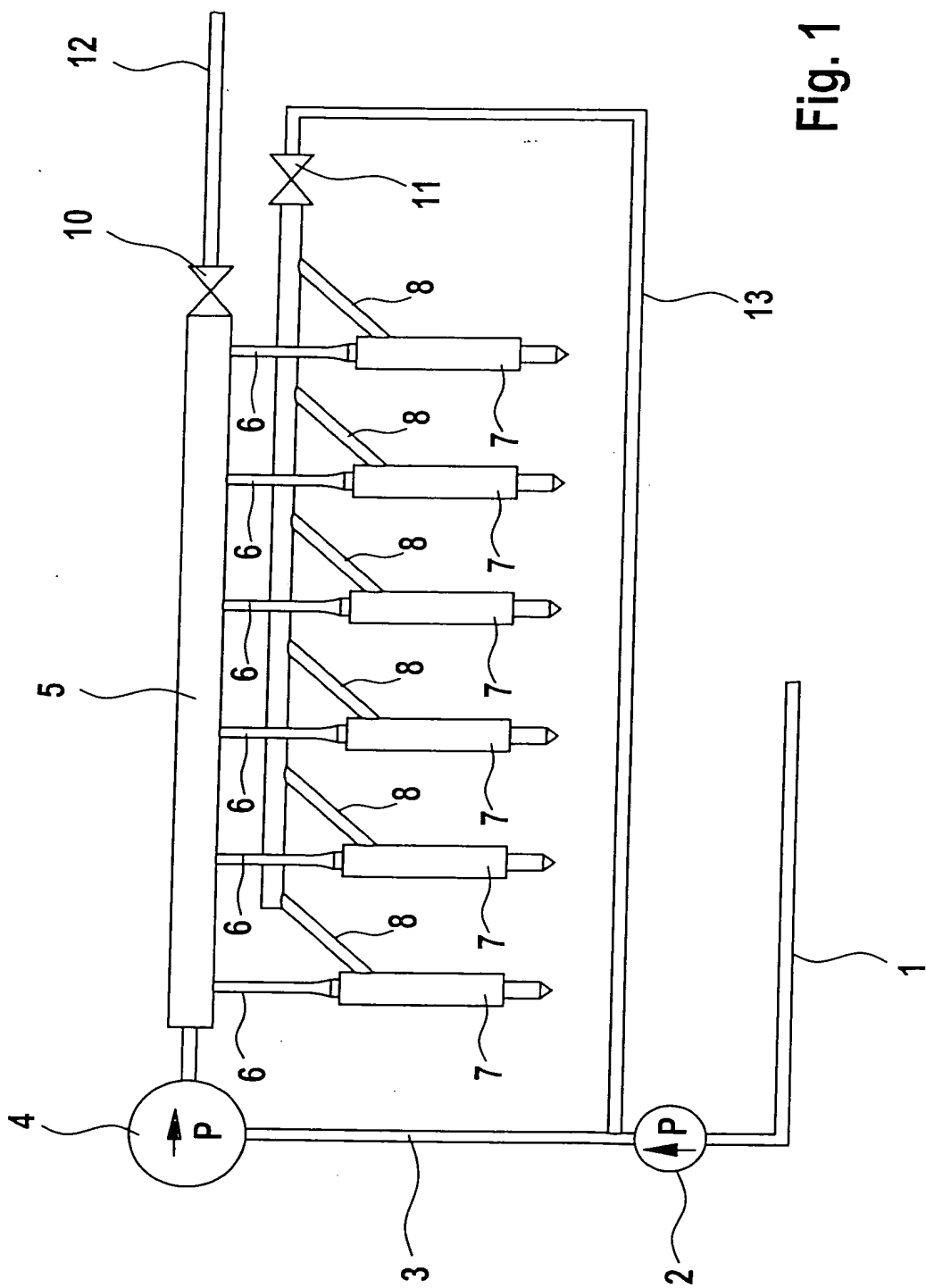
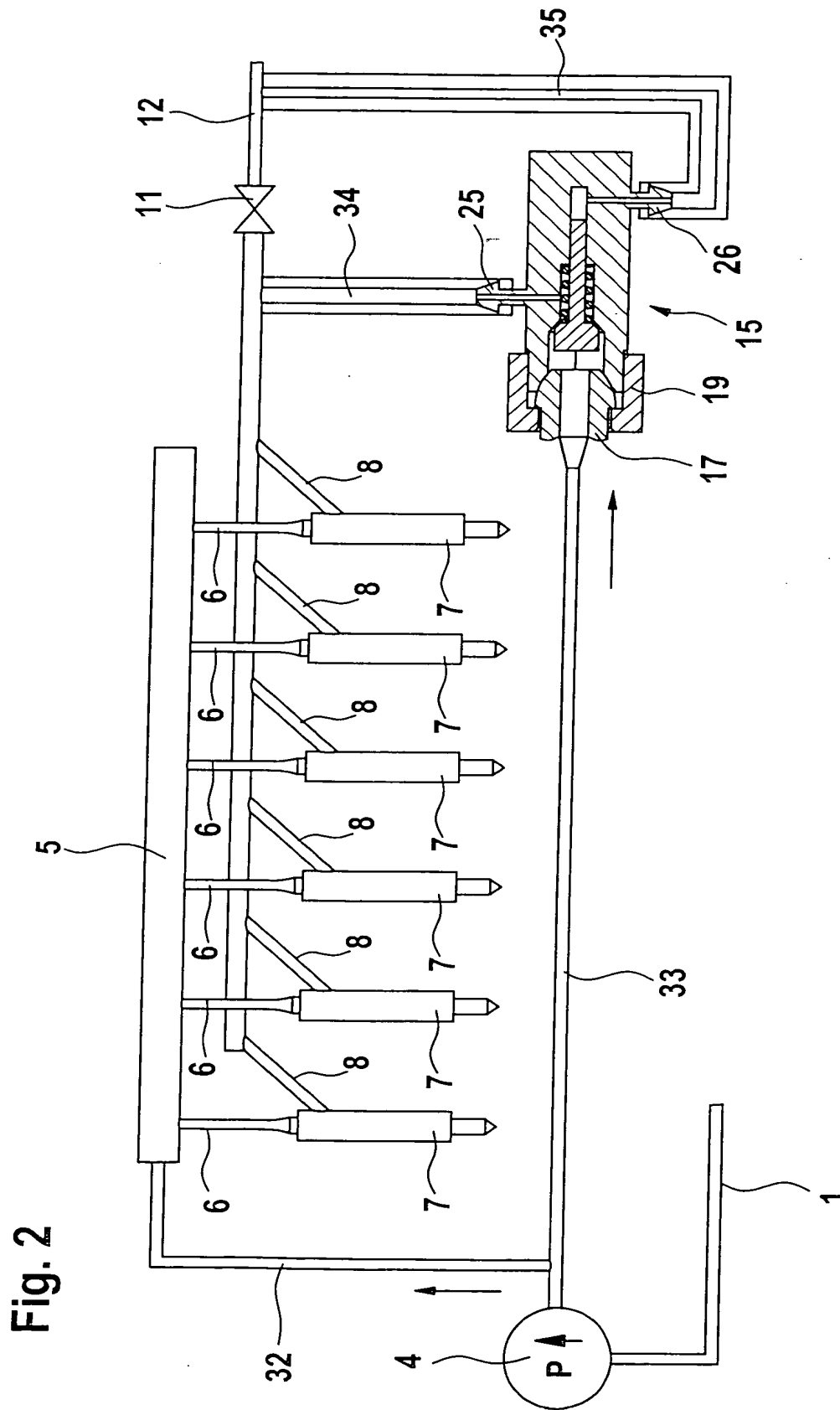


Fig. 1



**Fig. 2**

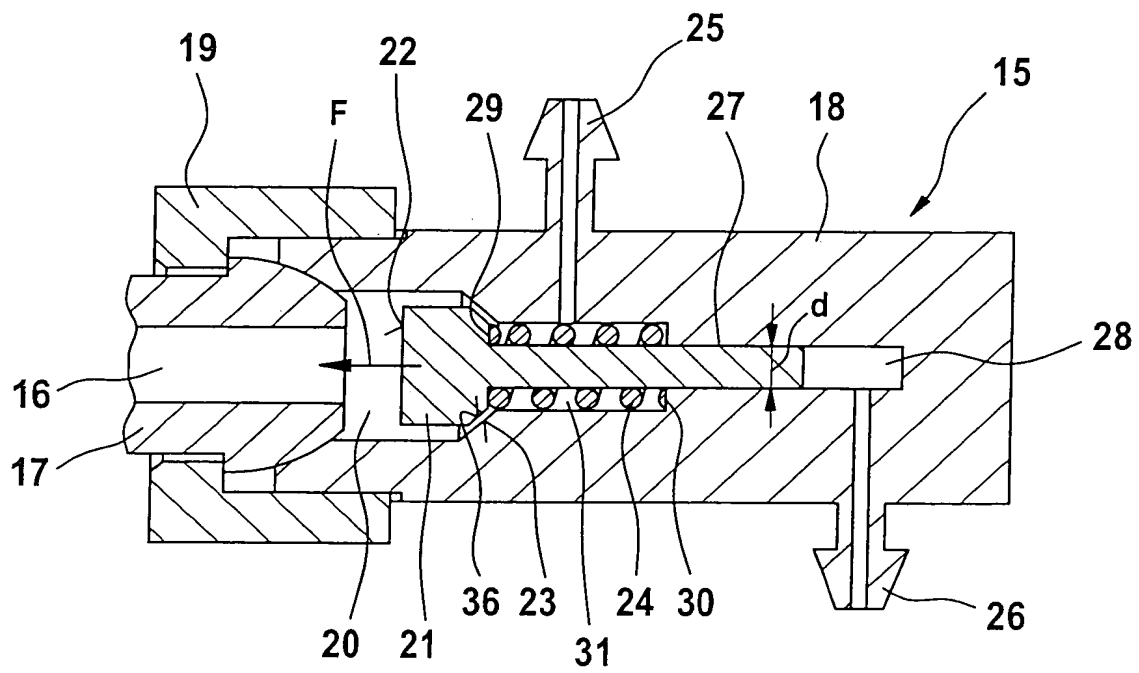


Fig. 3